

PHASE SHIFT MASK AND PRODUCTION THEREOF

Patent Number: JP4371951
Publication date: 1992-12-24
Inventor(s): FUKUSHIMA YUICHI; others: 01
Applicant(s): TOPPAN PRINTING CO LTD
Requested Patent: ☐ JP4371951
Application Number: JP19910176036 19910620
Priority Number(s):
IPC Classification: G03F1/08; H01L21/027
EC Classification:
Equivalents: JP3161474B2

Abstract

PURPOSE: To provide the phase shift mask which exhibits an excellent phase shift effect to stress the contrast of pattern edges by the inversion of phases and the method for production thereof.

CONSTITUTION: This mask has a light shielding region formed of a light shielding layer 4, a 1st transmission region A adjacent to the light shielding region and a 2nd transmission region B which is adjacent to the 1st transmission region A and has 180 deg. phase different of the transmitted light with the 1st transmission region A. The light shielding region and the 1st transmission region A are formed in the recessed part provided on a transparent substrate 1. The mask has otherwise the light shielding region formed of the light shielding layer 4, the 1st transmission region A adjacent to the light shielding region and the 2nd transmission region B which is adjacent to the 1st transmission region A and has 180 deg. phase difference of the transmitted light with the 1st transmission region A. The 2nd transmission region B is formed of a transparent shifter layer 13 provided on the transparent substrate 11 and further, an etching stop layer 12 is provided among the transparent substrate 11 and the transparent shifter layer 13 and the light shielding layer 4.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-371951

(43) 公開日 平成4年(1992)12月24日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7369-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/30	3 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-176036

(22) 出願日 平成3年(1991)6月20日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 福島 祐一

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 小西 敏雄

東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

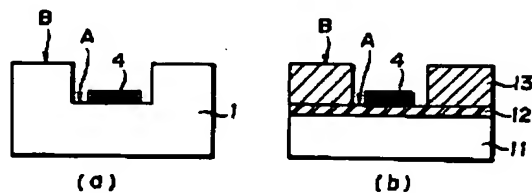
(74) 代理人 弁理士 市之瀬 宮夫

(54) 【発明の名称】 位相シフトマスク及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 位相の反転によりパターンエッジのコントラストを強調する優れた位相シフト効果を発揮する位相シフトマスク及びその製造方法を提供する。

【構成】 遮光層4により形成される遮光領域と、該遮光領域に隣接する第1の透過領域Aと、該第1の透過領域Aに隣接し、第1の透過領域Aとの透過光の位相差が180度となる第2の透過領域Bとを有し、遮光領域及び第1の透過領域Aが透明基板1に設けた凹部に形成されている。また、遮光層16により形成される遮光領域と、該遮光領域に隣接する第1の透過領域Aと、該第1の透過領域Aに隣接し、第1の透過領域Aとの透過光の位相差が180度となる第2の透過領域Bとを有し、第2の透過領域Bは透明基板11上に設けた透明シフター層13によって形成されており、さらに透明基板11と、透明シフター層13及び遮光層16との間にエッチング停止層12を有している。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 遮光領域と、該遮光領域に隣接する第1の透過領域と、該第1の透過領域に隣接し、かつ第1の透過領域との透過光の位相差が180度となる第2の透過領域とを有し、前記遮光領域及び第1の透過領域が透明基板に設けた凹部に形成されていることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項2】 遮光領域と、該遮光領域に隣接する第1の透過領域と、該第1の透過領域に隣接し、かつ第1の透過領域との透過光の位相差が180度となる第2の透過領域とを有し、該第2の透過領域は透明基板上に設けた透明シフター層によって形成されており、さらに前記透明基板と、前記透明シフター層及び前記遮光領域を形成する遮光層との間にエッチング停止層を有してなることを特徴とする位相シフトマスク。

【請求項3】 リソグラフィ工程を経てエッチングにより透明基板に凹部を形成し、次いでリフトオフによってこの凹部に遮光パターンを形成し、更に透明基板背面からの露光により前記遮光パターン上にレジストパターンを形成し、前記遮光パターンのサイドエッチングを行なうことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【請求項4】 透明基板上に少なくともエッチング停止層及び透明シフター層をこの順に設け、リソグラフィ工程を経てエッチングにより前記透明シフター層のパターニングを行ない、次いで形成された透明シフター層の凹部にリフトオフによって遮光パターンを形成し、更に透明基板背面からの露光により前記遮光パターン上にレジストパターンを形成し、前記遮光パターンのサイドエッチングを行なうことを特徴とする位相シフトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自己整合型あるいはエッジ強調型と称するタイプの位相シフトマスク及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のフォトマスクでは、接近したパターンはマスクの透過部から漏れた光が干渉し合い、解像不良を起こすという問題が生じていた。そこで、隣接しているパターンを透過する投影光の位相を180度反転し、微細パターンの解像性を向上させる位相シフト技術を用いた位相シフトマスクが開発され注目されている。すなわち、位相シフト層のパターンエッジ部分では、位相が急峻に180度反転し、そのためにエッジ部分の光のコントラストが強調され、孤立パターンなどにおいて極めて微細なパターンを解像することができる。

【0003】 ところで、従来の自己整合型の位相シフトマスクは、図4(a)に示すように、透明基板21上の遮光パターン22の上に自己整合的にシフターパターン23を形成し、遮光パターン22のサイドエッチングを行なって

2

オーバーハング形状とするか、あるいは同図(b)に示すように、シフターパターン23上に遮光パターン22を形成し、サイドエッチングを行なう方法をとっていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の構造では、ドライエッチングで切削された表面が粗いため、この領域の透過光が散乱を生じて光のコヒーレンシーを低下させたり、光強度を弱めるという問題があった。

10 【0005】 本発明は、このような従来の問題に鑑みなされたもので、その目的とするところは、位相の反転によりパターンエッジのコントラストを強調する優れた位相シフト効果を発揮し、しかも従来のような光のコヒーレンシーの低下や光強度の弱まりといった不都合が生じない位相シフトマスク及びその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、請求項1の位相シフトマスクは、遮光領域と、該遮光領域に隣接する第1の透過領域と、該第1の透過領域に隣接し、かつ第1の透過領域との透過光の位相差が180度となる第2の透過領域とを有し、前記遮光領域及び第1の透過領域が透明基板に設けた凹部に形成されていることを特徴とする。

30 【0007】 また、請求項2の位相シフトマスクは、遮光領域と、該遮光領域に隣接する第1の透過領域と、該第1の透過領域に隣接し、かつ第1の透過領域との透過光の位相差が180度となる第2の透過領域とを有し、該第2の透過領域は透明基板上に設けた透明シフター層によって形成されており、さらに前記透明基板と、前記透明シフター層及び前記遮光領域を形成する遮光層との間にエッチング停止層を有してなることを特徴とする。

【0008】 また、請求項3の位相シフトマスクの製造方法は、リソグラフィ工程を経てエッチングにより透明基板に凹部を形成し、次いでリフトオフによってこの凹部に遮光パターンを形成し、更に透明基板背面からの露光により前記遮光パターン上にレジストパターンを形成し、前記遮光パターンのサイドエッチングを行なうことを特徴とする。

40 【0009】 また、請求項4の位相シフトマスクの製造方法は、透明基板上に少なくともエッチング停止層及び透明シフター層をこの順に設け、リソグラフィ工程を経てエッチングにより前記透明シフター層のパターニングを行ない、次いで形成された透明シフター層の凹部にリフトオフによって遮光パターンを形成し、更に透明基板背面からの露光により前記遮光パターン上にレジストパターンを形成し、前記遮光パターンのサイドエッチングを行なうことを特徴とする。

50 【0010】 以下、添付図面を参照して本発明を更に詳述する。

3

【0011】図1(a)は本発明の位相シフトマスクの一実施例の構成を示す断面図、同図(b)は他の実施例の構成を示す断面図である。

【0012】図1(a)に示す構成においては、透明基板1のエッチングにより設けられた凹部に遮光層4による遮光領域と、この遮光領域に隣接する第1の透過領域Aが形成されており、これに隣接するその他の領域が第2の透過領域Bを形成している。また、同図(b)に示す構成においては、透明基板11上にエッチング停止層12を有し、その上にパターンニングされた透明シフター層13が設けられ、この透明シフター層13の凹部が遮光層4による遮光領域と、これに隣接する第1の透過領域Aを形成し、透明シフター層13が第2の透過領域Bを形成している。すなわち、(a)との違いは、シフターが透明基板のエッチングにより形成されるのではなく、基板上に透明シフター層を設け、これをエッチングすることにより位相シフターが形成されることである。

【0013】図1(a)、(b)のいずれの構成においても、位相シフト効果としては、第1の透過領域Aと第2の透過領域Bとの間に180度の透過光の位相差があればよく、このようにすることによって図4に示す従来構造と同様な位相シフトマスクとしての効果を持つ。従来構造では、前述した様にドライエッチングによる粗面化で光のコヒーレンシーが低下したり、光強度が弱まるといった不都合が生じていたが、本発明では、後述の如く第2の透過領域はエッチングされないで、このような不都合は生じない。また、遮光パターンに隣接する第1の透過領域の位相シフトにおける役割は位相の反転によるパターンエッジのコントラスト強調のみであり、面の粗さによる不具合は殆ど影響しない。

【0014】ここで、第1の透過領域Aと第2の透過領域Bとの間で透過光の位相差が180度となる条件は、図1(a)では、ガラスの屈折率を n 、露光光源波長を λ とし、凹部のエッチング深さを d とすると、 $d = \lambda / \{2(n-1)\}$ となるようなエッチング深さで透明基板1に凹部が形成されればよい。また、同図(b)では、シフター層13の屈折率を n' 、露光光源波長を λ とし、シフター層13の厚さを d' とすると、 $d' = \lambda / \{2(n'-1)\}$ となるような厚さでシフター層13が形成されればよい。

【0015】次に、本発明に係る位相シフトマスクの製造方法について説明する。

【0016】まず、図1(a)に示す構成の位相シフトマスクの製造方法を図2により説明すると、透明基板1上に導電層2を公知の薄膜形成方法を用いて形成し、その上に電子線レジスト3を塗設する(同図(a)参照)。導電層2を設けることにより、電子線描画時のチャージアップ現象の発生を防止できる。導電層2としては、例えば酸化インジウム・スズ合金(ITO)、タンタル等の薄膜が使用でき、その厚さは特に限定されるも

4

のではないけれども、2~10nm程度の厚さが好ましい。また、透明基板1は、従来からマスク基板として使用されているソーダガラス、石英ガラス等の光学的に透明な材料からなり、その厚さは本質的な制約はないが、通常0.2~6mm程度のものが用いられる。

【0017】次に電子線描画によりレジストパターンを形成し、次いで透明基板1をドライエッチングしてシフターを形成する(同図(b)、(c)参照)。この時のエッチング深さは前述の如くして決定される。

【0018】同図(d)、(e)はリフトオフと称する方法で、全面に遮光層4を成膜し、レジストパターン3を溶解するとともにレジスト上の遮光層を除去して、透明基板1の凹部に遮光パターンを形成する。遮光層4としては、クロム等が代表的であるが、これに酸化クロム等を積層して低反射防止層とすることもできる。遮光性を有するためには一定の光学濃度(一般には2.6~3.0程度)が必要である。遮光層4の膜厚は一定の光学濃度をもたせるために0.02~0.2 μ m程度である。

【0019】次に、基板表面の導電層2を除去した後、全面にフォトリソレジスト5を塗布し、基板裏面より露光6すると、遮光パターン自身をマスクとしたレジストパターンが形成される(同図(f)、(g)参照)。このとき露光量をオーバー気味にすると、遮光パターンよりもレジストパターン寸法が小さくなる。これをエッチングすることにより、遮光パターンをサイドエッチングしたと同様なパターンが形成され位相シフトマスクが完成する(同図(h)参照)。このときのエッチング量は、遮光パターン自身の寸法によって異なるが、2~4 μ m幅ならサイドエッチング量は片側0.3~0.4 μ m位が適当である。

【0020】次に、図1(b)に示す構成の位相シフトマスクの製造方法を図3により説明すると、まず同図(a)に示すように、透明基板11上に、エッチング停止層12、透明シフター層13及び導電層14をこの順に公知の薄膜形成方法を用いて形成し、その上に電子線レジスト15を塗設する。透明基板11、導電層14には前記と同様のものが使用される。

【0021】また、エッチング停止層12は、文字通り、シフター層13のドライエッチングの際に下地の基板がエッチングされるのを防止するためのもので、当然のことながらシフター層13とのドライエッチング選択比が大きく、かつ透明な材質のものが選択される。例えば、シフター層13がSiO₂で構成されるような場合には、エッチング停止層12としては、アルミナ(Al₂O₃)、窒化シリコン(Si₃N₄)、ジルコニア(ZrO₂)、マグネシアスピネル(MgO・Al₂O₃)等の材質が使用される。エッチング停止層12の厚さについては特に限定はないが、5~20nm程度の厚さが望ましい。

【0022】シフター層13は透明材料であればよいが、通常はSiO₂、SOG等が用いられる。シフター層13

5

は、透過光の位相を180度反転させるためのもので、シフター層13の膜厚は、透過光が基板1に対して180度の位相差を持つようにするべく前述の如くして設定される。例えばシフター層の屈折率 n を1.47 (SiO_2)、露光光源波長 λ を365nmとすると前述の式にのっとり、シフター層の膜厚は390nmである。

【0023】次に電子線描画によりレジストパターンを形成し、次いで導電層14及び透明シフター層13をドライエッチングしてシフターを形成する(図3(b)、(c)参照)。

【0024】続いて、前述のリフトオフにより、シフター層13の凹部に遮光層16からなる遮光パターンを形成し(同図(d)、(e)参照)、次いで全面にフォトレジスト17を塗布し、基板裏面からの露光18により遮光パターン上にレジストパターンを形成し(同図(f)、(g)参照)、これをエッチングすることによって同図(h)に示すような位相シフトマスクが完成する。

【0025】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に具体的に説明する。

【0026】実施例-1

洗浄済の合成石英ガラス基板(厚さ2.3mm)上に、導電層として膜厚5nmのタンタル膜をスパッタリング法により形成し、その上にポジ型電子線レジスト(チソ(株)製、商品名PBS)を約500nmの厚さに塗布し、所定のベーク処理後、ラスタースキャン型電子線描画装置を使用して、加速電圧10KV、ドーズ量約2.5 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ にて所定のパターン描画を行ない、現像処理してレジストパターンを得た。所定のベーク処理後、上記レジストパターンをマスクパターンとして、ガラス

基板のドライエッチングを、平行平板型リアクティブエッチング装置にて C_2F_6 と H_2 ガスを用いて行なった。該ドライエッチングは異方性が高く、レジストとの選択比が大きい条件で行なった。エッチング条件は、ガス比 $\text{C}_2\text{F}_6:\text{H}_2=10:1$ 、パワー300W、ガス圧0.03Torrとした。このときのエッチング深さは390nmとした。

【0027】次に、クロム膜と酸化クロム膜とを積層した膜厚100nmの低反射防止遮光膜をスパッタリング法により基板の表面側の全面に形成し、しかる後、熱濃硫酸溶液を使用して上記レジストパターンを溶解するとともにレジスト上の遮光膜を除去して、遮光パターンを得た。更に、基板表面に露出した導電層を除去した後、基板の表面側全面にフォトレジスト(ヘキスト社製、商品名AZ1350I)を約500nmの厚さに塗布し、所定のベーク処理後、基板裏面側より紫外線を用いて露光量をオーバー気味に全面露光を行ない、所定の現像処理をして、前記遮光パターンをマスクとしたレジストパターンを形成した。続いて、硫酸セリウムアンモニウムエッチング液を用いたウェットエッチングにより、遮光パターンのサイドエッチングを行ない、最後にレジストパターンを

6

剥離して、図1(a)に示す如き構造の位相シフトマスクを得た。

【0028】実施例-2

洗浄済のガラス基板の上に、エッチング停止層として膜厚20nmの Al_2O_3 膜をスパッタリング法により形成し、その上に、シフター層として膜厚390nmの SiO_2 層を同様にスパッタリング法により形成した。その上に、導電層として膜厚5nmのタンタル膜をスパッタリング法により形成し、更にその上に実施例-1と同様のポジ型電子線レジストを塗布し、実施例-1と同様に電子線描画を行なってレジストパターンを得た。次に、該レジストパターンをマスクパターンとしてシフター層のドライエッチングを行なった。エッチング条件は実施例-1と同様にした。

【0029】エッチング終了後、実施例-1と全く同様にして、遮光膜を全面に形成し、前記レジストパターンを除去して、遮光パターンを得、フォトレジストを全面に塗布後、基板裏面からの全面露光により遮光パターン上にフォトレジストパターンを形成した後、これをウェットエッチングして、図1(b)に示す構造の位相シフトマスクを得た。

【0030】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、位相の反転によりパターンエッジのコントラストを強調する優れた位相シフト効果を発揮せしめることができ、しかも本発明により製造された位相シフトマスクは、第2の透過領域がエッチングされないで、従来の様にドライエッチングによる粗面化で光のコヒーレンシーが低下したり、光強度が弱まるといった不都合が生じない。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)、(b)はそれぞれ本発明の位相シフトマスクの一実施例及び他の実施例の構成を示す断面図である。

【図2】(a)~(h)は本発明一実施例の位相シフトマスクを製造する方法を工程順に示す断面図である。

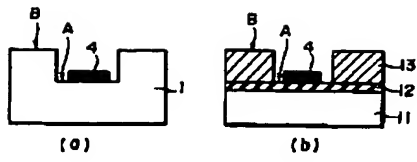
【図3】(a)~(h)は本発明の他の実施例の位相シフトマスクを製造する方法を工程順に示す断面図である。

【図4】(a)、(b)はそれぞれ従来の位相シフトマスクの構造を示す断面図である。

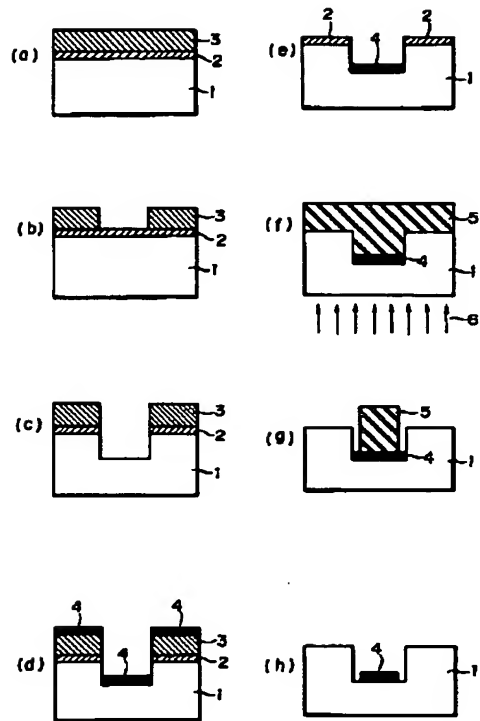
【符号の説明】

- 1, 11 透明基板
- 2, 14 導電層
- 3, 15 電子線レジスト層
- 4, 16 遮光層
- 5, 17 フォトレジスト層
- 6, 18 紫外線露光
- 12 エッチング停止層
- 13 透明シフター層

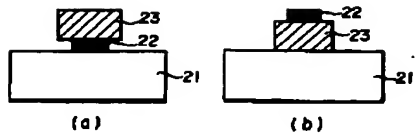
【図1】



【図2】



【図4】



【図3】

